
Ciencia

La Argentina en el Año Geofísico Internacional

SIMON GERSHANIK

NACIÓ EN ENTRE RÍOS (en Concepción del Uruguay), en 1907 y se graduó de ingeniero civil en la Universidad de La Plata en 1933. Este mismo año el ing. Simón Gershanik es designado ayudante de Estática Gráfica en la facultad de Ciencias Físico-matemáticas. En 1935 viaja, como becario, a Potsdam y Gottingen (Alemania) para perfeccionarse en geofísica. En 1929 ingresa en el Observatorio de La Plata, donde es, desde 1944, jefe del departamento de Geofísica. En la actualidad dicta la cátedra de Sismología en la Escuela Superior de Astronomía de la Universidad de La Plata. Es miembro de la sección nacional del Instituto Panamericano de Geografía. Ha publicado 18 trabajos científicos y dado numerosas conferencias de divulgación sobre temas de su especialidad. Integra los grupos de trabajo de gravimetría, sismología y magnetismo terrestre del programa argentino para el Año Geofísico Internacional, que acaba de iniciarse.

DESDE épocas muy remotas ha venido el hombre experimentando la temeraria ambición de averiguar los secretos que pudiera albergar la tierra en sus altas latitudes, y de enseñorearse del suelo imaginativamente misterioso de sus polos. Larga es por lo tanto la historia de las tentativas heroicas con que fué jalonándose en el curso del tiempo el camino hacia la difícil meta. Al entrarse al último cuarto del siglo pasado, se había andado ya mucho de él; pero su final por entonces hallábase bastante lejano todavía. Los obstáculos que tan obstinadamente suelen oponerse a su acceso, lograban resistir aun las acometidas de los expedicionarios, cobrando elevado precio en vidas y en dinero al audaz atrevimiento que las impulsaba. Los sucesivos fracasos de esas empresas no habían conseguido, sin embargo, quebrar la fe del hombre en el triunfo final de sus empeños, ni agotar las fuentes de su coraje. Retemplado en las frustradas tentativas, volvía a ellas, pertinaz, una y otra vez con reno-

vados bríos y mejorados recursos. Para extraer de ellos el máximo partido, un grupo de veteranos en la lucha entrevió acertadamente, hacia aquella época, la conveniencia de aunar las fuerzas que desde distintas procedencias proyectábase lanzar una vez más hacia el objetivo codiciado, y decidió organizar con asiento en la ciudad portuaria de Bremen una Asociación Internacional para la coordinación y también para el fomento de las Expediciones Polares. Ante esa Asociación presentóse hacia el año 1875 el teniente de la marina austríaca Karl Weyprecht, un esforzado explorador de las regiones polares, y también él ya por entonces un veterano de sus rigores, con un proyecto tendiente a aprovechar los recursos de las naciones empeñadas en labores en esas regiones, a fin de establecer un conjunto de observatorios fijos en las altas latitudes, desde los cuales pudieran recogerse datos simultáneos magnéticos y meteorológicos que una vez elaborados adecuadamente, servirían para las expediciones polares en particular y para la ciencia en general.

Dos siglos atrás, Halley, el gran astrónomo inglés, había probado en base de datos recogidos en sus viajes, que el campo magnético terrestre y el tiempo meteorológico, podrían llegarse a conocer mejor si se lograba de ellos datos que permitieran presentarlos al investigador en una visión sinóptica. Posteriores estudios y reflexiones en esos dominios científicos fueron confirmando la justeza de esa apreciación. La idea de Weyprecht halló por lo tanto ambiente favorable, y tras de las necesarias tareas de coordinación, quedó materializada en un primer esfuerzo internacional, que se llevó a cabo durante trece meses, a partr del 1º de agosto de 1882, y quedó registrado en los anales científicos con el nombre de *Primer Año Polar Internacional*.

El esfuerzo no fué nada fácil, pero quedó plenamente justificado en el valioso caudal de informaciones que, soportando toda clase de vicisitudes, lograron recoger los heroicos hombres de ciencia y expedicionarios de distintos países que tomaron parte en la operación. Cincuenta años más tarde, las naciones del mundo celebraron el jubileo de esa primera gran operación internacional, llevando a cabo un *Segundo Año Polar Internacional*, que se desenvolvió desde el 1º de agosto de 1932 hasta el 31 de julio de 1933. La época de esa segunda empresa elegida con anterioridad, vino lamentablemente a coincidir con una gran depresión económica mundial. Sus frutos resultaron sin

CIENCIA

embargo también cuantiosos, y permitieron no sólo enriquecer las especialidades que había tratado de favorecer el Primer Año Polar, sino también impulsar el progreso de otras incipientes todavía entonces, como las relativas a ionosfera, aerología y rayos cósmicos.

En las décadas que siguieron, mucho creció y se desarrolló la Geofísica, ciencia que engloba las especialidades que los años polares trataron de promover. Tanto que una gran cantidad de hombres que la han venido cultivando, empezó a sentir ya madura la época para organizar una tercera empresa parecida a las dos precedentes, pero naturalmente de envergadura considerablemente mayor, a tono con los grandes recursos de que en la actualidad se dispone, y ajustada a los nuevos interrogantes que en el curso de los años se han venido a plantear. La cuestión fué puesta sobre el tapete en una reunión llevada a cabo en Bruselas en el año 1950 por la Comisión Internacional Mixta para estudios de la Ionosfera y allí recibió la mejor acogida.

Tanto el primero como el segundo Año Polar, se realizaron en coincidencia con épocas en que la agitación dentro del sol, o actividad solar, como suele ser denominada, era mínima. Entre ella y muchos fenómenos terrestres, como ser auroras polares, tempestades magnéticas, tempestades ionosféricas, etc., existe una estrecha correlación; pareció por lo tanto conveniente planificar la nueva empresa, esta vez en coincidencia con una época previsiblemente de actividad solar máxima, o al menos bastante pronunciada. Se conseguiría así, por una parte, mejorar el conocimiento de la referida correlación, y por otra, más detalles de los fenómenos influidos por esa actividad, acrecentados con ella como habrían de aparecer. En la mencionada Comisión se resolvió por ende auspiciar su realización a partir de mediados del año 1957, época en que se esperaba una intensa actividad solar —lo cual en efecto se está produciendo— y que por otra parte coincidirá con el vigésimo quinto aniversario del Segundo Año Polar.

La propuesta de realizar esa tercera empresa, fué recogida sin tardanza por el Consejo Internacional de Uniones Científicas, organismo creado después de la segunda guerra mundial, que engloba las grandes Asociaciones científicas internacionales. Con el objeto de convertirla en realidad el Consejo constituyó una comisión especial integrada por representantes del mismo, así como por representantes de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, de la Unión Astronómica

Internacional, de la Unión Radio Científica Internacional, de la Unión Geográfica Internacional, de la Unión de Física Pura y Aplicada y de la Organización Meteorológica Mundial.

Apuntando hacia un plan mucho más ambicioso que el abarcado por las anteriores empresas, que por lo tanto no sólo comprendiera las regiones polares, como aquéllas, sino todo el globo terrestre, resolvióse designar a la nueva empresa con el nombre de Año Geofísico Internacional, en reemplazo de la designación de Año Polar con que se reconociera a las precedentes. A la Comisión referida, por consiguiente, decidióse llamarla con el nombre de *Comisión Especial para el Año Geofísico Internacional* o más brevemente: C. S. A. G. I., sigla que corresponde a la traducción francesa de ese nombre.

Con los auspicios de la C. S. A. G. I. realizáronse varias reuniones a las que asistieron representantes de casi todos los países civilizados del mundo, la Argentina entre ellos, para presentar, discutir y coordinar sus planes a fin de lograr el máximo rendimiento del esfuerzo colectivo. En ellas quedó establecido que el Año Geofísico se desenvolvería en un año y medio desde el 1º de julio de 1957 hasta el 31 de diciembre de 1958.

Para elegir las múltiples tareas que en su transcurso podrían efectuarse, se convino en referirlas principalmente a fenómenos que: a) tengan carácter planetario, es decir que se ponen de manifiesto no sólo en lugares aislados, sino en todo el globo; b) precisen para su examen e interpretación una presentación sinóptica, y por ende observaciones concurrentes efectuadas en cooperación desde distintos sitios; c) deban ser observados en regiones de difícil acceso, y a las cuales exprofeso se trataría de llegar durante el Año Geofísico; d) experimenten posiblemente una variación lenta en el tiempo, evidenciable mediante observaciones reiteradas en el mismo sitio, pero en épocas muy distantes entre sí.

De conformidad con esas exigencias se optó por operar principalmente en meteorología, geomagnetismo, electricidad terrestre, auroras polares, luminiscencia del aire, rayos cósmicos, ionosfera, longitudes y latitudes, glaciología, oceanografía, sismología y gravimetría, instituyendo paralelamente a la investigación en estos grandes capítulos de la Geofísica, un sistemático patrullaje sobre la super-

CIENCIA

ficie del sol, para acusar el desenvolvimiento de su actividad durante el período que duren las observaciones.

Los fenómenos que habrán de observarse serán, pues, muchísimos. Sus manifestaciones serán registradas con gran frecuencia en el curso de cada día del Año Geofísico, de acuerdo a esquemas elaboradas al respecto. Esa frecuencia será intensificada en ciertos días que se han titulado *Días Mundiales Regulares*. Como tales se han elegido tres en cada mes, de los cuales dos caen aproximadamente en el novilunio y uno cerca de luna llena, e incluyendo sucesos previsibles como corrientes meteóricas y eclipses solares. Un calendario especialmente confeccionado permitirá tenerlos oportunamente presentes. Se han previsto además observaciones intensificadas durante *Días Mundiales Especiales*, que serán declarados como tales cuando las manifestaciones que se adviertan en la actividad del Sol y en la marcha de los registros magnéticos, induzcan a presumir la aparición de grandes variantes en los fenómenos a estudiar. La predicción de esas variantes y la decisión consiguiente de declarar los días especiales, quedará a cargo de un laboratorio central de los Estados Unidos que tendrá para sus tareas la colaboración de otros laboratorios de Francia y de Japón. Estos organismos irradiarán mensajes de advertencia en las respectivas oportunidades, que serán captados en cada país por centrales radiorreceptoras, las cuales al efecto tendrán un servicio especial en estado de alerta permanente.

Para asegurar el éxito de los esfuerzos, se ha tenido especial cuidado de cubrir mediante estaciones observacionales todas las áreas del globo en las cuales las manifestaciones de los fenómenos pudieran ofrecer interés. Una especial concentración de ellas habrá casi de polo a polo a lo largo de los meridianos 70°-80° Oeste, 10° E y 140° E, y en los dos casquetes polares. Se estima que no menos de 60 estaciones operarán en el casquete Artico. También la Antártida quedará densamente ocupada. Hay anunciadas hasta ahora una veintena de estaciones que serán establecidas en ese continente por Argentina, Australia, Chile, Gran Bretaña, Francia, Noruega, Unión Soviética y Estados Unidos de Norte América. Este último país planea instalar una de tales estaciones en el propio polo sur hasta el cual transportará el personal e instalaciones necesarias por vía aérea.

En todas las ramas se espera conseguir gran acopio de datos úti-

les y completos. Para enriquecer la Meteorología cuyos recursos actuales provienen principalmente de observaciones superficiales, se tiene el propósito de realizar además de las habituales mediciones que habrán de intensificarse, otras sistemáticas de la atmósfera hasta unos 25 kilómetros de altura, mediante radiosondas, que, transportadas por globos, pueden transmitir radioeléctricamente a centrales radiorreceptoras los datos que van recogiendo en su ascensión, sobre temperatura, presión y humedad. Mediante el sistema radar-radioviento basado en ecos radioeléctricos recogidos por radar, procedentes de pantallas metálicas también transportadas por globos, se hará un denso relevamiento de la intensidad y dirección de los vientos. Se incrementará además la observación de la energía solar, de lo que de ella se absorbe antes de llegar al suelo, especialmente en el ozono existente en la alta atmósfera, de lo que de ella se refleja, y de lo que en definitiva de ella alcanza la tierra. Todo eso permitirá comprender mejor el mecanismo dinámico y térmico que rige el tiempo meteorológico y por ende perfeccionar la exactitud del pronóstico de su evolución, agrandando el plazo de validez de tal pronóstico limitado actualmente a sólo unas 36 horas.

La densificación de estaciones magnetográficas que se logrará en el *Año Geofísico Internacional*, suministrará elementos para conocer mejor las causas de las variaciones regulares e irregulares, o tempestades del campo magnético terrestre, causas que se presume radican respectivamente en corrientes en la alta atmósfera y en chorros de partículas electrizadas o electrizantes proyectadas por el sol principalmente durante sus fulguraciones.

La ionosfera —región electrizada de la alta atmósfera, principalmente en capas situadas más o menos a 60, 100, 200 y 275 kilómetros de altura— será explorada desde más de un centenar de estaciones equipadas con modernos aparatos de sondeo, distribuídas principalmente en las áreas polares y meridianas del Año Geofísico. Las capas mencionadas tienen gran importancia en las comunicaciones inalámbricas. Cada una de ellas puede reflejar ondas electromagnéticas hasta una frecuencia límite y absorber energía en una determinada proporción. Tanto la frecuencia límite como la absorción, son datos que interesan a la eficiencia de esas comunicaciones y en diversas estaciones del mundo se tienen por ellos servicios sistemáticos para obtener

CIENCIA

su valor y seguir su evolución. El acervo de tales datos será enormemente enriquecido mediante el *Año Geofísico Internacional*. Se confía no sólo perfeccionar con ello el pronóstico empírico de las características de las diversas capas ionosféricas, sino también progresar en el conocimiento de las causas que las producen y de la forma en que dichas causas actúan. Como al parecer ellas radican en la radiación ondulatoria y corpuscular del sol, se estudiará cuidadosamente el comportamiento de la ionosfera, durante las fulguraciones que en éste se pongan en evidencia durante tres eclipses solares que habrán de producirse dentro del Año Geofísico, y durante las largas noches polares.

Mucho se espera aclarar también el origen de las auroras polares. Se presume que también ellas sean causadas por los chorros de partículas eyectadas por el sol. En todo el globo terrestre se ejercerá una vigilancia especial relativa a estos fenómenos. En las regiones de alta latitud geomagnética en donde su aparición es frecuente, se tendrán instaladas cámaras capaces de fotografiar automáticamente casi todo el cielo cada cinco minutos.

De las fotografías que se obtengan se sacarán informaciones acerca de los rayos aparentes de las auroras, de la altura en que se desenvuelven y del mecanismo con que se producen. Se intensificarán, además, los estudios espectroscópicos de las mismas. Sobre la base de tales estudios se ha determinado que en la alta atmósfera hay oxígeno y nitrógeno, no solo molecular sino también atómico ionizado.

Resultados coincidentes —y además que en la alta atmósfera hay sodio y gas OH— se han encontrado analizando espectroscópicamente la luminiscencia del cielo. Esta es al parecer en buena medida consecuencia de la radiación solar y estelar ondulatoria y en parte también corpuscular, que penetrando en la alta atmósfera ioniza, excita o disocia sus moléculas. Mediante ella las moléculas que se restituyen a su estado originario devuelven lentamente la energía de la radiación que a tal efecto absorbieran. Estudios fotométricos de la luminiscencia bariendo todo el cielo permiten conocer la ubicación de las capas que la emiten y por ende conjeturar, con ayuda de los análisis espectroscópicos, acerca de la distribución de los componentes de la atmósfera hasta grandes alturas. También estos estudios, así como los espectroscópicos, serán intensificados. Merced al crecido número de puntos en que se habrán de hacer se confía obtener no sólo datos sobre los rasgos in-

trínsecos de la luminiscencia sino también sobre los efectos de tiempo y posición geográfica que en ella puedan existir.

Singular atención habrá de prestarse a los denominados rayos cósmicos. Son unas veinte veces más penetrantes que la radiación gamma de las sustancias radioactivas y, contrariamente a lo que se había pensado a principios de siglo, al iniciarse la investigación de sus características, sus efectos crecen con la altura. Ello quedó probado mediante observaciones de montaña, mediante aparatos lanzados al espacio por medio de globos, y mediante observaciones efectuadas en arriesgadas ascensiones estratosféricas humanas. De este hecho, así como de que no parecen depender mucho de la posición del sol ni de las estrellas, resulta muy probable que su origen sea cósmico, de lo cual por otra parte, deriva el nombre con que se los conoce. Aún no está del todo aclarada su naturaleza. Los intentos para lograrlo condujeron a resultados de mucha importancia para el conocimiento de la estructura de la materia. A tales intentos se debe en efecto el descubrimiento de los positrones o electrones positivos, de los antiprotones o protones negativos y de los mesones cerca de doscientas veces más pesados que los electrones cargados positiva o negativamente; partículas todas éstas que integran la estructura atómica y cuya existencia había sido prevista por los físicos teóricos en el curso de sus especulaciones matemáticas.

Hay bastantes razones para sospechar que los efectos de los rayos cósmicos sean originados por partículas primarias cuya trayectoria está influenciada por el campo magnético terrestre. Los datos de unas sesenta estaciones de observación que habrán de funcionar durante el *Año Geofísico Internacional* permitirán ver algo más claro en éste, así como en otros aspectos del fenómeno y de sus consecuencias.

Los conocimientos de la alta atmósfera y de los fenómenos que tienen en ella su asiento, se enriquecerán también mediante datos que serán recogidos con ayuda de cohetes del tipo V - 2. Varios países han anunciado el lanzamiento de esos proyectiles. Estados Unidos sólo habrá de disparar unos 130. A grandes rasgos se puede representar modularmente sus características por el número 15. Miden, en efecto, unos 15 m. de largo y 1,50 m. de diámetro; pesan unas 15 toneladas y pueden subir alrededor de 150 km.

Aunque mucho de su volumen debe ser destinado al combustible y al comburente que los impulsa, una parte relativamente apreciable

CIENCIA

de los cohetes puede ser aprovechada para alojar instrumental de observaciones. Ese instrumental, de diseño sorprendentemente ingenioso, permite obtener información acerca del ozono, la presión, la densidad y la temperatura del aire; acerca de rayos cósmicos, espectro solar, claridad y luminiscencia del cielo, ionosfera, geomagnetismo y partículas productoras de las tempestades de éste y de auroras polares.

Los trabajos comentados hasta aquí servirán para acrecentar los conocimientos de la física de la alta y baja atmósfera. A favor del Año Geofísico se espera enriquecer también los conocimientos de la física del globo terrestre propiamente dicho. Las estaciones polares que habrán de instalarse para otros fines serán aprovechadas también para acumular información acerca de la morfología del hielo de esas regiones, especialmente de la Antártida, así como de su espesor y de las leyes de su recesión y crecimiento, datos éstos de gran interés para los pronósticos climatológicos de largo plazo. Análogos estudios se harán en múltiples glaciares de latitudes más bajas. Tanto en estas latitudes como en las regiones polares se efectuarán relevamientos aerofotogramétricos que permitan ubicar la situación de los glaciares conocidos y de otros a reconocerse en el futuro.

Numerosos barcos estarán activos en tareas oceanográficas. Ellos procurarán información acerca de la circulación de las aguas oceánicas, de su temperatura, salinidad, composición química y radioactividad. Mediante procedimientos sísmicos de exploración se harán investigaciones acerca de la constitución del fondo de los océanos. Se estudiará además el plankton oceánico, la sedimentación, el progresivo calentamiento del Artico, el límite entre aguas templadas y polares, las fluctuaciones en múltiples puntos del nivel medio de las aguas y el mecanismo de oscilaciones de origen aún deficientemente explicado.

En gran medida se espera densificar la red mundial de estaciones sísmicas con lo que se logrará mejorar el conocimiento de la sismicidad del globo desde el punto de vista geográfico y desde el punto de vista de la frecuencia temporal de los terremotos. Asimismo se perfeccionará con ello la información acerca de la estructura del globo terrestre en sus profundidades, basada en la velocidad de las ondas elásticas que en él se propagan a causa de esos fenómenos. Se espera progresar además en la solución del problema del mecanismo de ellos en su foco, y quizás también en el más difícil del pronóstico de su producción.

Al conocimiento de la estructura del globo habrán de contribuir también los datos que se recogerán en estaciones registradoras de las pequeñísimas variaciones que en las mismas experimenta la aceleración de la gravedad en el curso del tiempo. Se usarán al efecto gravímetros ultrasensibles capaces de registrar variaciones del orden de 10^{-9} del valor de la gravedad. Si la tierra fuera del todo indeformable las variaciones que esos aparatos acusarían serían iguales a la atracción lunisolar. De la diferencia entre ésta y la que pongan en evidencia los instrumentos, se podrá obtener un índice representativo de la rigidez del globo. Las experiencias hechas hasta ahora hacen suponer que esta última es del orden de la que tiene el acero. Para acrecentar el conocimiento del campo gravífico terrestre se harán además mediciones gravimétricas de relevamiento en regiones poco frecuentadas, particularmente en la Antártida.

Otra tarea finalmente planeada para el Año Geofísico y que también contribuirá a perfeccionar el conocimiento de la física del globo propiamente dicha consistirá en volver a determinar la longitud geográfica en una veintena de observatorios astronómicos convenientemente elegidos y adecuadamente equipados. En el año 1926 primero y en el año 1933 más tarde, fueron hechas ya esas determinaciones simultáneas. Se espera perfeccionar mucho los resultados obtenidos en esas ocasiones. A tal efecto se hará empleo de los modernos relojes de cuarzo cuya marcha diaria es del orden de 10^{-6} de segundo, y se tomarán precauciones para conocer con la mayor exactitud la velocidad de propagación de las señales radioeléctricas que para las determinaciones habrán de emplearse. Los nuevos valores tan precisos como habrán de resultar ayudarán a conocer mejor las irregularidades del movimiento de rotación terrestre, a perfeccionar los datos de los catálogos de las estrellas, y a establecer lo que hay de cierto en la teoría de Wegener según la cual los continentes se distancian entre sí a razón de un metro por año, aproximadamente.

Al primer Año Polar se le suele acreditar como aporte novedoso las primeras visualizaciones sinópticas de los despliegues aurales. El segundo tiene en su haber la iniciación de los estudios ionosféricos y la exploración de la atmósfera baja mediante radiosondas. El Primer Año Geofísico pasará a la historia científica, por una parte con su gran volumen de tareas y por otra con el recurso de los sondeos atmosféri-

CIENCIA

cos mediante cohetes, como rasgos característicos; y quizás con algo aún más espectacular. Está planeado, en efecto, el lanzamiento de proyectiles especiales que también llevarán instrumentos registradores en su seno, los cuales tras de ser levantados mediante cohetes auxiliares hasta una altura superior a los 400 km., serán lanzados por éstos a dar vueltas alrededor de la tierra, a manera de satélites artificiales a la fantástica velocidad de 29.000 kilómetros por hora. Estos satélites, de los cuales se espera proyectar al espacio sucesivamente de 6 a 10 durante el Año Geofísico, escrutarán la atmósfera y comunicarán a centrales receptoras en apropiados mensajes radioeléctricos los datos que logren en el curso de su vertiginosa carrera.

Nuestro país, asociado a la gran empresa del Año Geofísico desde la primera hora de su planeamiento, se apresta a materializar la contribución que, tras de balancear cuidadosamente sus posibilidades, prometiera en los sucesivos congresos de coordinación. Cuenta para ello con el concurso del Instituto Geográfico Militar, Servicio Meteorológico Nacional, Servicios Meteorológicos del Ejército, Aeronáutica y Marina, Observatorio Astronómico de La Plata, Comisión Nacional de la Energía Atómica, Instituto Antártico Argentino, Facultad de Ciencias Exactas de Buenos Aires, Dirección General de Navegación, Dirección de Material de Comunicaciones Navales, Grupo Naval Antártico, Observatorio privado de San Miguel, Observatorio Astronómico de Córdoba y Facultad de Ingeniería de San Juan, organismos, todos éstos, con tareas habituales afines a las que se habrán de desarrollar en la empresa. Del programa elaborado por esos organismos, se desprende que la Argentina, en mayor o menor escala, de acuerdo con los recursos disponibles, estará presente en todas las ramas que el Año Geofísico habrá de favorecer.

En METEOROLOGÍA, además de las observaciones que se realizan en las estaciones de la red nacional para satisfacer el programa rutinario de estudios climatológicos así como las necesidades del pronóstico meteorológico cotidiano, se harán observaciones intensificadas en el océano desde 10 buques seleccionados y en 62 estaciones distribuídas en el territorio continental y en el sector antártico argentino. En 25 de ellas se harán dos sondeos diarios con globos pilotos para establecer la velocidad y dirección del viento en la altura, y desde siete estaciones se lo estudiará mediante el moderno método de radar-radioviento. Desde

esas estaciones se harán también observaciones mediante radiosondeos atmosféricos, que se completarán con otras a efectuarse desde el rompehielos "San Martín" y desde el buque oceanográfico "Capitán Cánepa". Además se ampliará considerablemente el servicio de observaciones de precipitación. Al efecto se agregarán a la red existente 300 pluviómetros, 40 pluvionivómetros, y 100 escalas nivométricas.

Mucha atención se destinará asimismo a los fenómenos de la evaporación y de la radiación solar. La primera se registrará en 22 estaciones y la segunda se estudiará en 56 estaciones de observación tendientes a establecer el balance energético. En siete de ellas se instalará instrumental apropiado para determinar las variaciones de la radiación a su paso por la atmósfera.

También está planeado realizar observaciones acerca de la composición química del aire, en especial en lo relativo a su contenido en ozono, lo que será hecho en cuatro estaciones y en lo relativo a su contenido en anhídrico carbónico, que será determinado en 27 estaciones. Fuera de esto, se tomarán muestras de aire a bordo del buque oceanográfico "Capitán Cánepa" y desde aviones en vuelo hacia la Antártida.

Para aportar en los estudios de la ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA, se añadirán a las estaciones de Pilar, Buenos Aires y San Miguel que vienen funcionando desde tiempo atrás, seis más, que se ubicarán en las proximidades del meridiano 70° W. Desde ellas se registrará el potencial eléctrico de tiempo diverso, iones pequeños, conductibilidad del aire y ruidos radioatmosféricos.

El MAGNETISMO TERRESTRE será registrado en los observatorios existentes desde mucho atrás en La Quiaca (Jujuy), Pilar (Córdoba), y Las Orcadas, y en otros nuevos, que el Observatorio Astronómico de La Plata instalará en Trelew y en las proximidades de La Plata, y el que el Servicio Meteorológico Nacional instalará en la Antártida. Algunos de los Observatorios ya existentes serán equipados con instrumental moderno con el que se podrá obtener valores muy exactos del campo magnético y de sus variaciones en el tiempo y en el espacio.

La IONOSFERA será explorada sistemáticamente desde Decepción y Base Belgrano, en la Antártida, y desde La Quiaca, Tucumán, Buenos Aires, Trelew, Ushuaia y La Plata. En los siete primeros lugares se harán sondajes por incidencia vertical mediante equipos automáticos diseñados y fabricados en gran parte en el país. Dichas estaciones se-

CIENCIA

rán atendidas por dependencias del Ministerio de Marina. La estación platense que será atendida por el Observatorio de La Plata, se ocupará principalmente del estudio de la absorción de energía en la ionosfera.

Está planeado además hacer observaciones sobre el fenómeno de difusión, para lo que se equipará una estación en la localidad de Clorinda (Formosa), y sobre el fenómeno de los silbidos atmosféricos que se propagan siguiendo líneas de fuerza del campo magnéticos, para lo que se agregará instrumental adecuado en Ushuaia.

En los estudios de la RADIACIÓN CÓSMICA, intervendrá la Comisión Nacional de la Energía Atómica. Dicho organismo instalará una estación registradora del fenómeno en el norte del país, en "Mina Aguilar" (Jujuy), otra en Buenos Aires y otra en el sur de Ushuaia. Todas ellas se equiparán con pilas monitoras de neutrones y con los denominados telescopios de mesones.

Para registrar las AURORAS POLARES se ha organizado en el territorio continental y en el sector antártico una red permanente de observadores visuales. En algunos puntos, y en especial en los australes, se completarán los datos visuales con mediciones goniométricas y fotométricas. Se confía también en realizar mediante instrumental moderno observaciones fotométricas de la luminiscencia del cielo nocturno. Tales observaciones se habrán de llevar a cabo tal vez en San Juan, mediante el concurso de personal de la Facultad de Ingeniería de esa ciudad.

La ACTIVIDAD SOLAR será seguida óptica y fotográficamente desde los observatorios de Pilar (Córdoba) y de San Miguel (provincia de Buenos Aires). En ambos se registrarán las manchas solares y su evolución; en el segundo de ellos se registrarán además las fulguraciones del sol, para lo cual será equipado con un moderno Heliógrafo de Lyot y con instrumental radioeléctrico especial.

Las observaciones precedentemente detalladas, de meteorología, magnetismo terrestre, electricidad atmosférica, auroras y luminiscencia, ionosfera, rayos cósmicos y actividad solar serán debidamente intensificadas en los Días Mundiales, regulares y especiales. Para que las estaciones de observación puedan tomar con tiempo las precauciones necesarias se ha organizado bajo la dirección de las Dependencias especializadas del Ministerio de Marina una red adecuada de comunicaciones que les advertirá oportunamente acerca de los intervalos en que deberán estar alerta en particular.

La investigación GLACIOLÓGICA será realizada por el Instituto Antártico Argentino y por el Servicio Meteorológico Nacional. Ella se desenvolverá a lo largo de todo el territorio nacional desde La Quiaca hasta la zona Polar Sur. Está programado efectuar censos de glaciares, de campos de nieves y de campos de hielos actuales; determinaciones de zonas de glaciaciones antiguas; controles de variación de la línea de nieves; estudios de la geología, geomorfología y del eventual retroceso glaciario; de la barrera de hielos en la región de la Base Belgrano; de los estados de hielo marino en génesis y en evolución en las regiones antárticas; y si las circunstancias lo permiten, relevamientos fotogramétricos de las zonas de glaciación conocidas o a reconocer.

De las observaciones OCEANOGRÁFICAS se harán cargo, como es lógico, dependencias del Ministerio de Marina. Para contribuir al conocimiento de las variaciones del nivel medio del mar, se instalarán tres estaciones mareográficas nuevas en la costa del territorio continental y cinco en la del sector Antártico. Con éstas y las tres ya existentes se tendrá en funcionamiento en definitiva un total de dieciocho estaciones mareográficas. En las proximidades de las estaciones mareográficas continentales se realizarán observaciones sistemáticas de temperatura y salinidad de las aguas oceánicas desde la superficie hasta el fondo, en procura de elementos de juicio para explicar el origen de las variaciones del mencionado nivel medio. En dos estaciones mareográficas se instalarán registradores de ondas de período largo, que podrán aportar valiosa información acerca de la influencia de la plataforma continental sobre ondas de esa clase que se propagan. Los datos que con ello se consiga serán complementados con microbarógrafos que permitirán un prolijo conocimiento de la acción atmosférica sobre las mismas. Mar adentro, se ha decidido operar con los buques oceanográficos "Capitán Cánepa", "Bahía Blanca" y rompehielos "San Martín". El primero repetirá relevamientos del Atlántico efectuados en los años 1925-1927 por la famosa expedición alemana "Meteor" y otras realizadas por buques británicos, y operará además en cierto período en agua del Pasaje Drake. El segundo tiene asignado principalmente el litoral marítimo de la provincia de Buenos Aires como zona de operaciones y el tercero, las aguas que bañan las costas antárticas.

En los cruceros que esos buques realizarán, se extraerán muestras de agua desde la superficie hasta el fondo del mar y determinará la

CIENCIA

temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, alcalinidad, pH, concentración de fosfatos, nitratos, nitritos y silicatos; se registrará la transparencia y color del agua; se obtendrán muestras del plankton de la profundidad y de la superficie del mar así como del material del fondo marino, y se harán registros continuos de su profundidad mediante sondas ecoicas. En uno de los buques se realizará el registro continuo del campo magnético oceánico mediante un moderno magnetómetro a remolque.

A la SISMOLOGÍA se piensa contribuir mediante el aporte de las cinco estaciones sismográficas registradoras que funcionan actualmente en Buenos Aires, La Plata, Tucumán, Mendoza y Decepción, y mediante el de cinco estaciones nuevas a instalarse en la Quiaca, Santiago del Estero, San Juan, Bosque Alegre (Córdoba) y La Leona (Santa Cruz) que se añadirán a las precedentes. De las primeras, cuatro son atendidas por el Servicio Meteorológico Nacional y una por el Observatorio Astronómico. De las nuevas, dos serán equipadas por este último instituto, dos por el Servicio Meteorológico y una por la Facultad de Ingeniería de San Juan.

De la contribución a la GRAVIMETRÍA se encargarán el Instituto Geográfico Militar y el Observatorio Astronómico de La Plata. Dichas reparticiones realizarán mediciones pendulares reiteradas que permitirán asignar valores muy seguros a una decena de puntos distribuidos regularmente entre Buenos Aires y Ushuaia. Dichos valores servirán para calibrar las indicaciones de los gravímetros diferenciales que comisiones nacionales o extranjeras empleen en mediciones de la gravedad en la Antártida. En ésta, las mismas reparticiones tienen el propósito de efectuar no sólo relevamientos con esa clase de instrumentos, sino también mediante aparatos pendulares, con lo que se espera reforzar la seguridad de los valores de la gravedad ya obtenidos y a obtenerse en las mediciones ulteriores con aparatos diferenciales.

Importante aporte se espera realizar en especial en el capítulo de LONGITUDES y LATITUDES. Se considera que tan sólo 21 estaciones observacionales del mundo, de las cuales una es la de Buenos Aires, en virtud de su experiencia y de su equipo, podrán aportar resultados de primer orden en las operaciones a realizar. En los respectivos trabajos intervendrán en nuestro país, el Instituto Geográfico Militar y el Observatorio Astronómico de La Plata. En ellos se utilizarán nada menos que quince relojes modernos de cristal de cuarzo y cinco anteojos de

pasaje de precisión, complementados por modernos cronógrafos electrónicos y estrobocomparadores. El Observatorio de La Plata tendrá además el privilegio de ser uno de los pocos del mundo elegidos para cooperar con una moderna cámara "Markowitz". Mediante ella se puede registrar con gran precisión la posición de la Luna entre las estrellas, y obtener por ende un valioso aporte al conocimiento no sólo de las coordenadas del lugar de observación sino también de las variaciones en la velocidad de rotación de la tierra, del tamaño y forma de ésta, y de los elementos que definen la órbita de la Luna.

El programa argentino incluye, por último, una contribución en las tareas planeadas en torno de los SATÉLITES ARTIFICIALES. Una vez lanzados al espacio habrá que realizar observaciones de su posición que permitan estudiar las particularidades de su trayectoria, que seguramente se verá complicada por el roce del ambiente en que habrá de desenvolverse y por la variada atracción a que quedará sujeta desde las masas relativamente cercanas de la tierra. Esas observaciones serán llevadas a cabo por técnicos especializados mediante instrumental muy refinado que se instalará en puntos convenientemente elegidos. La Argentina tendrá también el privilegio de recibir un equipo constituido por una cámara "Super Schmidt", relojes de cuarzo y aparatos receptores y transmisor inalámbricos. Ese equipo será instalado en Villa Dolores (Córdoba) y será atendido por personal del Observatorio Astronómico de la última de las ciudades nombradas. Además se han organizado grupos de observadores voluntarios, formados principalmente sobre la base de las asociaciones de "Amigos de la Astronomía", que colaborarán en la tarea, vigilando el cielo en las regiones que el satélite surcará, mediante anteojos sencillos pero de gran campo y luminosidad.

Las tareas argentinas en el Año Geofísico Internacional serán, pues, cuantiosas. El gobierno de la Nación, compenetrado de la importancia de la empresa y de lo mucho que nuestro país puede aportar en ella, no vaciló en proveer los medios indispensables al efecto. El entusiasmo y la seriedad con que se ha considerado en el ambiente técnico la responsabilidad que le incumbe en los trabajos, permite confiar en que los sacrificios económicos que habrán de hacerse, se verán ampliamente compensados por resultados de positivo valor para el mundo científico y técnico.